

**Air conditioning, especially for electric vehicle passenger compartment, involves meeting demand if compatible with thermal store's charge state, driving state, heat exchanger circuit parameters**

Patent Number: DE19912139  
Publication date: 2000-05-25  
Inventor(s): SPECHT ERIK (DE); SCHMIDTKE JUTTA (DE); WERTENBACH JUERGEN (DE)  
Applicant(s): DAIMLER CHRYSLER AG (DE)  
Requested Patent: ☐ DE19912139  
Application Number: DE19991012139 19990318  
Priority Number(s): DE19991012139 19990318  
IPC Classification: B60H1/00  
EC Classification: B60H1/00R, B60H1/00Y10  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

The method involves determining the instantaneous charge state of a thermal energy store (3) in a heat exchanger circuit (4) carrying a thermal bearer liquid and regulating the heating or cooling power extracted from the store accordingly. A user air conditioning demand is fulfilled if it is compatible with the thermal energy store's state of charge, the vehicle's driving state and the heat exchanger circuit parameters, otherwise reduced heating or cooling power is output. An Independent claim is also included for an arrangement for air conditioning a useful space in a motor vehicle.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



W00104

Int. Cl.<sup>7</sup>:

B 60 H 1/00

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 199 12 139 C 1

⑳ Aktenzeichen: 199 12 139.7-16  
㉑ Anmeldetag: 18. 3. 1999  
㉒ Offenlegungstag: -  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 25. 5. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:

DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

㉕ Erfinder:

Specht, Erik, Dipl.-Ing. (FH), 71139 Ehningen, DE;  
Wertenbach, Jürgen, Dipl.-Ing., 70734 Fellbach, DE;  
Schmidtke, Jutta, Dipl.-Ing., 70563 Stuttgart, DE

㉖ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 195 30 609 C2  
DE 43 27 866 C1  
DE 196 49 710 A1  
DE 42 06 611 A1

㉗ Verfahren und Vorrichtung zum Klimatisieren eines Nutzraumes in einem Fahrzeug, insbesondere einer Fahrgastzelle eines Elektrofahrzeugs

㉘ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Klimatisieren eines Nutzraums in einem Fahrzeug, insbesondere einem Elektrofahrzeug. Die Klimatisierungsvorrichtung enthält einen Thermoenergiespeicher, der wahlweise mit Wärme oder mit Kälte beladen werden kann sowie einen Wärmetauschkreislauf, über den die gespeicherte Wärme bzw. Kälte an den Nutzraum abgegeben werden kann. Die Regelung der Klimatisierungsleistung dieser Vorrichtung erfolgt auf einer vom Bediener einstellbaren Leistung bzw. Temperatur. Der Ladezustand des Thermoenergiespeichers sowie eine diesem Ladezustand entsprechende verbleibende Klimatisierungszeit wird berechnet und dem Bediener mitgeteilt.

DE 199 12 139 C 1

DE 199 12 139 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Klimatisieren von Nutzräumen in Fahrzeugen, insbesondere von Fahrgastzellen in Elektrofahrzeugen, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zu dessen Durchführung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 19.

An Elektrofahrzeuge werden ähnlich hohe Komfortanforderungen gestellt wie an Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Daher sollten Elektrofahrzeuge zumindest optional über eine Klimaanlage der Fahrgastzelle verfügen. Allerdings sollten die Fahreigenschaften des Elektrofahrzeugs durch die Anwesenheit und den Betrieb der Klimaanlage möglichst wenig beeinträchtigt werden.

Da Traktionsbatterien nur einen Bruchteil der Energie herkömmlichen Kraftstoffs speichern können, beansprucht die Verwendung einer herkömmlichen Klimaanlage in einem Elektrofahrzeug das Antriebsaggregat unverhältnismäßig stark; dadurch wird die Fahrleistung des Fahrzeugs gravierend gemindert. Daher besteht die Notwendigkeit, die für die Klimatisierung erforderliche Heiz- bzw. Kühlleistung im Fahrzeug auf eine andere Weise zu erzeugen – wodurch jedoch wiederum die geforderte Reichweite/Betriebszeit des jeweiligen Fahrzeugs nur wenig eingeschränkt werden darf. Es empfiehlt sich, in Elektrofahrzeugen zur Speicherung der Energie für die Klimatisierung thermochemische oder physikalische Speicher zu verwenden, die von der Fahrzeugbatterie getrennt sind. Solche Vorrichtungen sind z. B. aus DE 42 06 611 A1, DE 43 27 866 C1, DE 195 30 609 C2 und DE 196 49 710 A1 bekannt.

Zur Erzielung einer großen Reichweite ist es bei Elektrofahrzeugen wichtig, Zusatzsysteme (wie z. B. Klimaanlage) nicht nur bezüglich ihres Energieverbrauchs zu optimieren, sondern auch das Gewicht dieser Zusatzsysteme möglichst gering zu halten. Besonders vorteilhaft sind daher Klimaanlagen, deren Thermoenergiespeicher wahlweise sowohl zur Beheizung als auch zur Kühlung des Fahrzeuginnenraumes verwendet werden kann.

Eine solche gewichtsoptimierte Klimaanlage ist aus der gattungsbildenden DE 195 30 609 C2 bekannt. Sie zeigt einen Thermoenergiespeicher, der wahlweise zur Speicherung von Kälte oder von Wärme verwendet werden kann. Die Beladung des Speichers mit Kälte oder Wärme erfolgt während der Beladung der Traktionsbatterie an einer stationären Ladestation, in die wesentliche Teile der Ladevorrichtung für den Thermoenergiespeicher eingegliedert sind. Zur Klimatisierung des Fahrgastraumes während des Betriebs ist nur ein einziger Wärmetranschleislauf vorgesehen, der je nach Beladungszustand des Thermoenergiespeichers die Funktionen für die Beheizung oder die Kühlung der Fahrgastzelle wahlweise erfüllt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren und bzw. eine gattungsgemäße Vorrichtung dahingehend weiterzuentwickeln, daß eine interaktive und bedienerfreundliche Regelung und Optimierung der Klimatisierungsleistung – unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Wärme- bzw. Kältemenge des Thermoenergiespeichers – erreicht wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Verfahrensanspruchs 1 bzw. des Vorrichtungsanspruchs 19 gelöst.

Danach wählt der Bediener zunächst einen gewünschten Klimatisierungszustand des zu klimatisierenden Nutzraumes im Fahrzeug aus; dies geschieht zweckmäßigerweise über eine geeignete Einstellung eines Sollwertgebers (siehe Patentanspruch 5). Gleichzeitig wird mit Hilfe von Sensoren in der Klimaanlage kontinuierlich der momentane Ladezustand des Thermoenergiespeichers sowie die mo-

mentan erbrachte Klimatisierungsleistung gemessen. Die Einstellung des Sollwertgebers und die Meßwerte der Sensoren werden einer Regeleinheit zugeführt. Mit Hilfe der Regeleinheit wird – unter Berücksichtigung des Klimatisierungswunsches des Bedieners – die aus dem Thermoenergiespeicher abgegebene Wärme- bzw. Kälteleistung so geregelt, daß ein Optimum zwischen verfügbarer Klimatisierungsleistung einerseits und der durch den Beladungszustand des Thermoenergiespeichers bestimmten, verbleibenden Klimatisierungszeit andererseits erreicht wird. Ist der Klimatisierungswunsch des Bedieners erfüllbar, so wird die vom Bediener gewünschte Klimatisierungsleistung bereitgestellt. Kann andererseits der Klimatisierungswunsch des Bedieners nicht erfüllt werden, so wird die von der Klimaanlage abgegebene Klimatisierungsleistung automatisch heruntergeregelt, wobei dies dem Bediener mitgeteilt wird (siehe Patentansprüche 9 und 10).

Zur Ermittlung des Ladezustands des Thermoenergiespeichers wird zweckmäßigerweise ein Temperatursensor verwendet. Er wird ergänzt durch einen Drucksensor, der bei niedrigen Temperaturen – bei denen das Speichermedium in einer Mischung aus flüssigem und festem Aggregatzustand vorliegt – eine genauere Berechnung der im Speicher enthaltenen Energiemenge ermöglicht (siehe Patentanspruch 2).

Aus dem Ladezustand des Thermoenergiespeichers und der Einstellung des Sollwertgebers kann der Zeitraum berechnet werden, über den hinweg die momentane, vom Bediener gewünschte, Klimatisierungsleistung noch aufrechterhalten werden kann (siehe Patentanspruch 3). Der Ladezustand des Thermoenergiespeichers und die verbleibende Klimatisierungszeit werden dem Bediener mitgeteilt (siehe Patentanspruch 4); dadurch erhält der Bediener die Option, unter Berücksichtigung der bevorstehenden Fahrzeit die Klimatisierungsleistung durch Variation des Sollwertgebers zu drosseln und dadurch auf Kosten des Klimatisierungskomforts eine geringere Klimatisierung über eine längere Zeit hinweg beizubehalten. Alternativ kann der Bediener einen hohen Klimatisierungskomfort wählen, der dann jedoch nur kürzere Zeit aufrechterhalten werden kann.

Eine besonders einfach zu realisierende Regelung der Klimaanlage wird erreicht, wenn als Regelgröße die Klimatisierungsleistung verwendet wird (siehe Patentanspruch 6): Der Bediener stellt auf dem Sollwertgeber eine gewünschte Klimatisierungsleistung ein, und die Regeleinheit veranlaßt die Klimaanlage dazu, diese Leistung zur Verfügung zu stellen, sofern dies mit dem Ladezustand des Thermoenergiespeichers vereinbar ist.

Alternativ kann als Regelgröße für die Regelung der Klimaanlage die Temperatur des Nutzraumes verwendet werden (Patentansprüche 7 und 8): Der Bediener stellt auf dem Sollwertgeber eine gewünschte Temperatur ein, auf die der Nutzraum temperiert werden soll. Mit Hilfe von Sensoren wird die aktuelle Temperatur des Nutzraumes gemessen. Die Regeleinheit veranlaßt die Klimaanlage dazu, eine solche Klimatisierungsleistung in den Nutzraum abzugeben, daß die aktuelle Temperatur des Nutzraumes möglichst genau mit der vom Bediener gewünschten Temperatur übereinstimmt (sofern dies mit dem Ladezustand des Thermoenergiespeichers vereinbar ist). Diese Art der Regelung empfiehlt sich insbesondere für Nutzräume außerhalb der Fahrgastzelle (z. B. Laderäume in Lastkraftwagen), bei denen mit Hilfe der Klimatisierungsvorrichtung nicht ein erhöhter Komfort des Bedieners, sondern vielmehr eine Kühlung/Wärmung der Ladung auf einen bestimmten Wert erreicht werden soll.

Die Regelung der aus dem Thermoenergiespeicher entnommenen Kälte- bzw. Wärmemenge erfolgt zweckmäßi-

gerweise über ein im Wärmetauschkreislauf enthaltenes Shunt-Ventil, das die Zumischung des durch den Thermoenergiespeicher geleiteten (und dort gekühlten bzw. erwärmten) Wärmetauschmediums in den Wärmetauschkreislauf bestimmt (siehe Patentanspruch 15). Alternativ bzw. zusätzlich kann die Regelung auch über eine Einstellung des Durchsatzes einer Umwälzpumpe im Wärmetauschkreislauf erfolgen (siehe Patentanspruch 14).

Besonders vorteilhaft ist eine Ausgestaltung der Klimaanlage, bei der der Bediener den Fahrgastinnenraum mittels einer Zeitschaltuhr vorklimatisieren kann (siehe Patentanspruch 11). Insbesondere bei Elektrofahrzeugen bietet dies die Möglichkeit, den Fahrgastraum bereits vor Fahrbeginn auf eine angenehme Temperatur zu bringen, d. h. zu einer Zeit, zu der der Antriebsmotor noch ausgeschaltet ist (siehe Patentanspruch 12). Im Interesse der Energieersparnis ist es dabei zweckmäßig, die Vorklimatisierung innerhalb gewisser Temperaturgrenzen zu halten, so daß im Heizfall eine (vom Bediener nicht beeinflussbare) Maximaltemperatur nicht überschritten werden kann, bzw. im Kühlfall eine Minimaltemperatur nicht unterschritten werden kann (siehe Patentanspruch 13).

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die Vorrichtung zur Klimatisierung und Klimaregelung ist im Fahrzeugbereich auf vielfältige Weise einsetzbar. Einerseits kann es zur Klimatisierung der Fahrgastzelle in Elektrofahrzeugen verwendet werden. In diesem Falle wird der Thermoenergiespeicher zweckmäßigerweise so gestaltet, daß er mittels einer Ladestation wahlweise mit Wärme oder Kälte beladen werden kann (siehe Patentanspruch 16). Diese Ladestation ist zweckmäßigerweise Teil derjenigen Ladestation, die zur elektrischen Beladung des Antriebsaggregats verwendet wird. Im Heizfall kann dem Thermoenergiespeichers zusätzlich die Abwärme des Antriebsaggregats zugeführt werden, wodurch die entnehmbare Wärmemenge erhöht wird (siehe Patentanspruch 17).

Andererseits bietet sich die hier beschriebene Klimatisierungsvorrichtung auch an zur Klimatisierung unterschiedlicher Nutzräume von Fahrzeugen – insbesondere auch von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, wie z. B. die Schlafkabine von Bussen und Lastkraftwagen, der Laderaum von Lastkraftwagen etc. Zur Aufladung des Thermoenergiespeichers kann der Verbrennungsmotor genutzt werden (siehe Patentanspruch 18).

Im folgenden ist die Erfindung anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert; dabei zeigen:

Fig. 1 eine Skizze einer erfindungsgemäßen Klimatisierungsvorrichtung mit einem Thermoenergiespeicher,

Fig. 2 eine Beschaltung einer Regeleinheit für die Klimatisierungsvorrichtung,

Fig. 3 eine Bedieneinheit für eine leistungsgeregelte Klimatisierungsvorrichtung mit (fast) voll beladenem Thermoenergiespeicher,

Fig. 4 eine Bedieneinheit für eine leistungsgeregelte Klimatisierungsvorrichtung mit (fast) leerem Thermoenergiespeicher.

Fig. 1 zeigt eine in ein Elektrofahrzeug integrierbare Klimatisierungsvorrichtung 1 zur Klimatisierung eines Nutzraumes 2, im vorliegenden Ausführungsbeispiel einer Fahrgastzelle 2'. Die Klimatisierungsvorrichtung 1 beinhaltet einen Thermoenergiespeicher 3, einen Wärmetauschkreislauf 4, eine Regeleinheit 5 zur Regelung der von der Klimatisierungsvorrichtung 1 abgegebenen Leistung, sowie eine Bedieneinheit 6.

Der Thermoenergiespeicher 3 kann wahlweise mit Kälte oder Wärme beladen werden und dient zur Speicherung der Kälte- bzw. Wärmeenergie, die der Klimatisierungsvorrich-

tung 1 zur Temperierung der Fahrgastzelle zur Verfügung steht. Der Thermoenergiespeicher 3 ist von einem Druckbehälter 7 umgeben; dieser enthält ein wäbriges Speichermedium 8, das zweckmäßigerweise aus einer eutektischen Mischung von Wasser und mindestens einem Salz besteht und so zusammengesetzt ist, daß es bei Abkühlung unterhalb einer Übergangstemperatur, die zwischen  $+10^{\circ}\text{C}$  und  $-20^{\circ}\text{C}$  liegt, von einem flüssigen in einen festen Aggregatzustand übergeht. Zur Ermittlung der momentanen Temperatur des Speichermediums 8 ist im Druckbehälter 7 ein Temperatursensor 9 so angeordnet, daß er zu allen Zeiten vom Speichermedium 8 benetzt ist. Solange sich das Speichermedium oberhalb der Übergangstemperatur befindet, so gibt der Meßwert dieses Temperatursensors 9 Aufschluß über den Ladezustand des Thermoenergiespeichers, da die Temperatur des Speichermediums über die spezifische Wärme direkt mit der in der Flüssigkeit gespeicherten Energiemenge korreliert ist. Für eine genaue Bestimmung der Temperatur kann es notwendig sein, mehrere Temperatursensoren 9 an verschiedenen Stellen im Druckbehälter 7 vorzusehen.

Wird das Speichermedium 8 unter die Übergangstemperatur abgekühlt, so entsteht im Speichermedium 8 eine Suspension von Eiskristallen in Solelösung. Jede zusätzlich zugeführte Kälteenergie wird dann in Form latenter Energie gespeichert; die Temperatur des Speichermediums 8 bleibt bei Zuführung weiterer Kälte konstant auf dem Wert der Übergangstemperatur, bis der Phasenübergang vollständig abgeschlossen und das gesamte Speichermedium 8 in den festen Aggregatzustand übergegangen ist. In diesem Zwischenzustand ist eine Messung der Temperatur des Speichermediums 8 nicht ausreichend zur Beurteilung des Ladezustandes des Thermoenergiespeichers 3. Andererseits komprimiert die zunehmende Ausdehnung des Volumens des Speichermediums 8 bei fortschreitender Abkühlung die verbliebene Restluft im geschlossenen Druckbehälter 7. Dies bewirkt eine Erhöhung des Innendrucks im Druckbehälter 7, die über einen Drucksensor 10 gemessen wird, der an der Oberseite des Druckbehälters 7 befestigt ist. Aus dem Meßwert für den Behälterinnendruck kann mit Hilfe einer Kennlinie das momentane Verhältnis der flüssigen zur festen Komponenten des Speichermediums 8 berechnet werden. Dieser Wert läßt sich direkt übersetzen in die momentane gespeicherte latente Wärme und somit der momentane Ladezustand des Thermoenergiespeichers 3. Die kombinierten Meßwerte des Drucksensors 10 und des Temperatursensors 9 gestatten somit eine direkte und schnelle Ermittlung des momentanen Ladezustandes des Thermoenergiespeichers 3 im gesamten Ladebereich.

Der Thermoenergiespeicher 3 enthält eine Heizwendel 11, über die er mit Wärme beladbar ist. Hierzu wird die Heizwendel 11 mittels elektrischer Anschlüsse an eine elektrische Heizvorrichtung 12 angeschlossen, die gegenüber dem Elektrofahrzeug ortsfest ist und Teil einer Ladestation 13 ist. Diese Ladestation 13 kann z. B. eine Tankstelle sein, oder eine häusliche Einrichtung, die den elektrischen Strom zur Verfügung stellt. Während der Wärmebeladung der Klimatisierungsvorrichtung 1 wird das im Thermoenergiespeicher 3 enthaltene Speichermedium 8 von der Heizwendel 11 nach Art eines Tauchsieders aufgeheizt. Um eine effektive Aufheizung des Speichermediums 8 zu gewährleisten, ist die Heizwendel 11 so im Druckbehälter 7 angeordnet, daß sie – auch bei tiefen Temperaturen – vollständig von Speichermedium 8 benetzt ist.

Der Thermoenergiespeicher 3 enthält weiterhin ein von einem Wärmetauschmedium durchströmbares Wärmetauscher-Rohrsystem 14, über das er mit Kälte beladbar ist. Hierzu wird das Wärmetauscher-Rohrsystem 14 über Kuppelungsglieder 15, 15' an ein Kälteaggregat 16 angeschlossen.

Komprimiertes Wärmetauschmedium wird vom Kälteaggregat 16 zu einem im Wärmetauscher-Rohrsystem 14 enthaltenen Expansionsventil 17 gepumpt, kühlt dort durch Expansion ab, durchfließt einen nachgeschalteten, vom Speichermedium 8 des Thermoenergiespeichers 3 benetzten Verdampfer 18, und wird schließlich über das Kupplungsglied 15' zum Kälteaggregat 16 zurückgeführt. Mit Hilfe eines steuerbaren Begrenzungsventils 19 kann das vom Kälteaggregat 16 kommende Wärmetauschmedium über einen Bypass 20 direkt an das Kälteaggregat 16 zurückgeleitet werden; durch Betätigung dieses Begrenzungsventils 19 kann eine Kälteüberladung des Speichermediums 8 vermieden werden, die ansonsten zu einer Sprengung des Druckbehälters 7 führen könnte. Das Kälteaggregat 16 ist Teil der Ladestation 13, die ortsfest gegenüber dem Elektrofahrzeug ist; es ist zweckmäßigerweise in die "Tankstelle" integriert, mittels derer ein zur Versorgung eines Antriebsaggregat 21 des Elektrofahrzeugs vorgesehener Traktionspeicher beladen wird.

Zur Auskopplung von Wärme bzw. Kälte enthält der Thermoenergiespeicher 3 einen rohrförmigen Speicherwärmetauscher 22, der von einer Wärmeträgerflüssigkeit (z. B. wässriger Glykollösung) durchflossen wird und Teil des Wärmetauschkreislaufs 4 darstellt. Der Wärmetauschkreislauf 4 dient der Wärmung bzw. Abkühlung der Fahrgastzelle 2' durch eine geregelte Entnahme von Wärme- bzw. Kälteenergie aus dem Thermoenergiespeicher 3. Ein Rohrsystem 23 verbindet den im Thermoenergiespeicher 3 integrierten Speicherwärmetauscher 22 fluidisch mit einem Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher 24, der ein Gebläse 25 aufweist, das Frischluft oder Umluft durch ihn hindurchströmen läßt und in die Fahrgastzelle 2' fördert. Das Rohrsystem 23 beinhaltet im Vorlaufarm 26 zum Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher 24 einen Durchlauferhitzer 27. Das Rohrsystem 23 beinhaltet weiterhin im Rücklaufarm 28 eine Umwälzpumpe 29 und einen in einem Nebenarm angeordneten Ausgleichsbehälter 30, der temperatur- und druckbedingte Schwankungen des Volumens der Wärmeträgerflüssigkeit innerhalb des Rohrsystems 23 kompensiert. Das Rohrsystem 23 enthält ferner einen Bypass 31 und ein Shuntventil 32, das den Durchfluß der Wärmeträgerflüssigkeit durch Bypass 31 bzw. den Speicherwärmetauscher 22 regelt. Ist das Shuntventil 32 zu 100% offen, so strömt die Wärmeträgerflüssigkeit aus dem Rücklaufarm 28 über den Bypass 31 direkt in den Vorlaufarm 26 des Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher 24; ist das Shuntventil 32 zu 0% offen, so fließt die gesamte zirkulierende Wärmeträgerflüssigkeit durch den Speicherwärmetauscher 22 im Thermoenergiespeicher 3. Eine Drossel 33 im Bypass 31 stellt sicher, daß im Wärmetauschkreislauf 4, unabhängig von der Stellung des Shuntventils 32, ein konstanter Volumenstrom herrscht.

Zur Messung der Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit vor und nach Durchfließen des Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher 24 sind im Rohrsystem 23 Temperatursensoren 34 und 35 integriert. Weiterhin enthält der Wärmetauschkreislauf 4 zwei Rückschlagventile 36 und 37 zur Vermeidung ungewollter Rückströmungen.

Die Regeleinheit 5 dient der Regelung der von der Klimatisierungsvorrichtung 1 an die Fahrgastzelle 2' abgegebenen Klimatisierungsleistung. Ihre Beschaltung ist in Fig. 2 dargestellt. Eingangsseitig werden der Regeleinheit 5 die Ausgangssignale der diversen für die Klimatisierungsregelung relevanten Sensoren zugeführt: Dies sind der Temperatursensor 9 und der Drucksensor 10 zur Bestimmung des Ladezustands des Thermoenergiespeichers 3; die Temperatursensoren 34 und 35 im Wärmetauschkreislauf 4 zur Bestimmung der momentan Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher 24

abgegebenen Klimatisierungsleistung; ein in der Fahrgastzelle 2' angeordneter Temperatursensor 38 zur Bestimmung der momentanen Innentemperatur und ein im Bereich der Außenwand des Fahrzeugs befestigter Temperatursensor 39 zur Bestimmung der Umgebungstemperatur. Ferner sind eingangsseitig an der Regeleinheit 5 Signaleingänge 40-47 vorgesehen, durch welche der Regeleinheit 5 entsprechende Signale über den Betriebszustand des Fahrzeugs (Signaleingang 40) und die Einstellungen der Bedieneinheit 6 (Signaleingänge 42-47) zugeführt werden.

Ausgangssseitig sind an der Regeleinheit 5 zwei Antriebsmotoren 48, 49 angeschlossen, wobei der Antriebsmotor 48 auf die Umwälzpumpe 29 wirkt, die die Durchsatzgeschwindigkeit der Wärmeträgerflüssigkeit im Wärmetauschkreislauf 4 steuert, und der Antriebsmotor 49 auf das Gebläse 25 im Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher 24 wirkt, das gewärmte bzw. gekühlte Luft in die Fahrgastzelle 2' fördert. Außerdem sind an der Ausgangsseite der Regeleinheit 5 zwei Stellmotoren 50, 51 angeschlossen, wobei der Stellmotor 50 auf das Shuntventil 32 wirkt, das den Bypass des Wärmetauschkreislaufs 4 steuert und der Stellmotor 51 auf das Begrenzungsventil 19 im Wärmetauscher-Rohrsystem 14 wirkt, mit Hilfe dessen die Kältebelastung des Thermoenergiespeichers 3 begrenzt werden kann. Ein weiterer Stellmotor 52 wirkt auf eine Klappe 53, die die Menge der Frischluft reguliert, die der durch den Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher 24 zirkulierenden Umluft beigemischt wird. Weiterhin wird von der Ausgangsseite der Regeleinheit 5 einerseits der Leistungsschalter 54 gesteuert, der in der Zuleitung der Heizwendel 11 zur Wärmebelastung des Thermoenergiespeichers 3 liegt, andererseits auch der Leistungsschalter 55 zur Inbetriebnahme des Durchlauferhitzers 27 im Wärmetauschkreislauf 4. Schließlich verfügt die Regeleinheit 5 über digitale Ausgang 56-59, über den die Informationen über den aktuellen Zustand des Klimatisierungssystems 1 an unterschiedliche Displays 60-63 auf der Bedieneinheit 6 ausgegeben werden.

Fig. 3 zeigt die Bedieneinheit 6, die in solcher Weise in eine Armaturentafel in der Fahrgastzelle 2' integriert ist, daß sie während des Fahrbetriebs für den Bediener (Fahrer) leicht zugänglich ist. Anzeigevorrichtungen 60-62 auf der Bedieneinheit 6 dienen zur Information des Bedieners über den momentanen Lade- und Betriebszustand der Klimatisierungsvorrichtung 1. Die Bedieneinheit 6 weist weiterhin einen Sollwertgeber 41 auf, an dem der Fahrer eine gewünschte Klimatisierungsleistung einstellen kann. Der Sollwertgeber 41 ist in diesem Ausführungsbeispiel als stufenweise verstellbarer Drehschalter 42 ausgebildet. Für Heizen und für Kühlen sind jeweils fünf Schalterstellungen vorgesehen. In der Mittelstellung des Drehschalters 42 ist die Klimatisierungsvorrichtung 1 ausgeschaltet, d. h. der Wärmetauschkreislauf 4 fördert weder Kälte noch Wärme vom Thermoenergiespeicher 3 zum Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher 24. Unabhängig von der Einstellung des Drehschalters 42 kann der Fahrer mittels eines Stufenschalters 43 die Leistung des Gebläses 25 und somit die der Fahrgastzelle 2' zugeführte Frisch- oder Umluft einstellen. Im einen wirkungsvollen Betrieb der Klimatisierungsvorrichtung 1 zu gewährleisten, läuft bei Heiz- oder Kühlstellungen des Drehschalters 42 das Gebläse 25 rechnergesteuert automatisch auf Stufe I und kann vom Bediener manuell erhöht werden. Die aktuelle Einstellung des Gebläses 25 wird dem Bediener in der Anzeigevorrichtung 61 auf der Bedieneinheit 6 dargestellt.

In Abhängigkeit von der vom Bediener am Drehschalter 42 eingestellten Leistungstufe wird dem Thermoenergiespeicher 3 eine kontinuierliche Wärme- bzw. Kälteleistung entnommen, die zu einer Entladung des Thermoenergiespei-

chers 3 führt. Aus dem momentanen Ladezustand des Thermoenergiespeichers 3 (charakterisiert durch die Werte des Temperatursensors 9 und des Drucksensors 10) und der am Drehschalter 42 eingestellten Klimatisierungsleistung wird von der Regeleinheit 5 die verbleibende Restbetriebszeit berechnet, während derer diese gewünschte Leistung noch zur Verfügung gestellt werden kann. Diese Restbetriebszeit sowie der Ladezustand des Thermoenergiespeichers 3 wird dem Bediener in der Anzeigevorrichtung 60 auf der Bedieneinheit 6 angezeigt. Der Bediener kann nun interaktiv seinen Klimatisierungskomfort der zu erwartenden Fahrzeit (und somit Klimatisierungszeit) anpassen: Liegt die auf der Anzeigevorrichtung 60 dargestellte verbleibende Klimatisierungszeit (in Fig. 2 sind dies 3 Stunden und 21 Minuten) unterhalb der zu erwartenden Fahrzeit, so kann der Bediener die am Drehschalter 42 eingestellte, angeforderte Klimatisierungsleistung reduzieren. Dies führt zu einer Erhöhung der erwarteten Restbetriebszeit der Klimatisierungsvorrichtung 1 (auf der reduzierten Leistungsstufe), die dem Bediener in der Anzeigevorrichtung 60 mitgeteilt wird.

Um eine möglichst genaue Berechnung der Restbetriebszeit zu ermöglichen, wird – neben dem Ladezustand des Thermoenergiespeichers 3 und der Stellung des Drehschalters 42 – auch die Umgebungstemperatur (Sensor 39) sowie die Einstellung des Gebläses 25 und die Innentemperatur der Fahrgastzelle 2' (Sensor 38) miteinbezogen: Die Differenz zwischen Umgebungstemperatur und Temperatur des Thermoenergiespeichers 3 fließt ein in einen Verlustterm, der die Wärme- bzw. Kälteverluste des Thermoenergiespeichers 3 an die Umwelt beschreibt (und der umso größer ist, je schlechter wärmeisoliert der Thermoenergiespeicher 3 ist). Aus Gebläseeinstellung und Innentemperatur läßt sich mit Hilfe von Kennlinien berechnen, welche Kälte- bzw. Wärmemenge dem Wärmetauschkreislauf 4 über den Luft-Wasser-Wärmetauscher 24 abgezogen wird.

Ein energetisch effizienter Betrieb der Klimatisierungsvorrichtung 1 ist nur mit einem hohen Umluftanteil zu realisieren. Andererseits muß zur Verbesserung der Luftqualität und zur Entfeuchtung besonders im Heizbetrieb ein gewisser Teil an Frischluft zugeführt werden. Somit ist eine von der jeweiligen Klimatisierungsstufe abhängige, rechnergesteuerte Frischluftzufuhr notwendig. Diese erfolgt durch Einstellung der Frischluftklappe 53.

Wurde der Thermoenergiespeicher 3 mit Kälte beladen, so kann dennoch mit Hilfe des Durchlauferhitzers 27 im Wärmetauschkreislauf 4 eine kurzfristige Erwärmung der Fahrgastzelle 2 erreicht werden. Hierzu betätigt der Fahrer die Drucktaste "Extrabeheizung" 44. Die Steuerelektronik öffnet daraufhin das Shuntventil 32 im Wärmetauschkreislauf 4 vollständig, so daß die gesamte Flüssigkeitsmenge des Wärmetauschkreislaufs 4 über den Bypass 31 geleitet wird (und somit den kalten Thermoenergiespeicher 3 umgeht); gleichzeitig wird das Wärmetauschmedium direkt vor dem Eintritt in den Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher 24 mit Hilfe des Durchlauferhitzers 27 Wärme zugeführt, die folglich direkt zur Beheizung der Fahrgastzelle 2' zur Verfügung steht. Da der Durchlauferhitzer 27 aus dem Antriebsaggregat 21 des Elektrofahrzeugs gespeist wird, wird die Funktion nach kurzer Zeit automatisch abgeschaltet, um die Belastung des Antriebsaggregats 21 zu minimieren. Die Funktion "Extrabeheizung" 44 kann auch im Warmefall betätigt werden, um eine kurzfristige schnelle Erwärmung zu erreichen. Ein LED 63 leuchtet auf, solange der Durchlauferhitzer 27 in Betrieb ist.

Weiterhin enthält die Bedieneinheit 6 die Funktionstaste 45, mit Hilfe derer der Bediener auswählen kann, ob der Thermoenergiespeicher 3 mit Wärme oder Kälte beladen werden soll. Diese Funktionstaste 45 kann nur dann ange-

wählt werden, wenn das Fahrzeug an ein Versorgungsnetz (Ladestation 13) angeschlossen ist. Die zu ladende Wärmeform (Heizen oder Kühlen) wird dabei über den Drehschalter 42 eingestellt und während des Beladens auf einer Anzeigevorrichtung 62 durch Blinken dargestellt. Nach Erreichung einer intern vorgegebenen Endtemperatur (bei Beladung des Thermoenergiespeichers 3 mit Wärme) bzw. eines intern vorgegebenen Enddrucks (bei Beladung mit Kälte) wird der Aufladevorgang automatisch beendet, und bei einer bestimmten Unterschreitung des jeweiligen Endwerts erneut gestartet. Die Wärmeart, mit der der Thermoenergiespeicher 3 beladen wurde, wird dem Bediener im Fahrbetrieb in der Anzeigevorrichtung 62 dargestellt.

Die Klimatisierungsvorrichtung verfügt weiterhin über eine Funktion zur Vorklimatisierung der Fahrgastzelle 2' außerhalb des Fahrbetriebs des Elektrofahrzeugs. Diese Vorklimatisierung der Fahrgastzelle 2' kann unabhängig davon erfolgen, ob das Fahrzeug an eine Ladestation 13 angeschlossen ist oder nicht. Der Bediener wählt diese Funktion mittels der Funktionstaste 46 an; mit einem Kippschalter 47 wird eine Zeitspanne (in Stunden) eingestellt, nach deren Ablauf die gewünschte Vorklimatisierung eingeschaltet werden soll. Typischerweise liegt dies kurz vor dem Zeitpunkt, zu dem der Bediener das Fahrzeug wieder in Gebrauch nehmen will. Die gewählte Zeit wird auf der in der Bedieneinheit 6 integrierten Anzeigevorrichtung 60 dargestellt. Die Position des Drehschalters 42 bestimmt dabei, ob und wie stark die Fahrgastzelle 2' geheizt oder gekühlt werden soll. Selbstverständlich kann ohne Anschluß an die Ladestation 13 nur diejenige Wärmeform für die Vorklimatisierung zur Verfügung gestellt werden, mit der der Thermoenergiespeicher 3 beladen wurde und die auf der Anzeigevorrichtung 62 dargestellt ist. Zur Ressourcenschonung wird die maximal zur Verfügung gestellte Vorklimatisierungsleistung intern begrenzt durch eine Maximal- bzw. Minimaltemperatur der Fahrgastzelle 2'. So wird im Heizfall die Fahrgastzelle 2' z. B. auf maximal 15 Grad vorgewärmt, während im Kühlfall die Fahrgastzelle 2' z. B. auf minimal 25 Grad vorgekühlt wird.

Die Regelung der Klimatisierungsvorrichtung 1 erfolgt durch eine Regelung der Wärme- bzw. Kälteleistung, die mittels des Wärmetauschkreislaufs 4 an den Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher 24 abgegeben wird. Diese abgegebene Leistung  $\delta Q/\delta t$  wird berechnet aus der Temperaturdifferenz  $\Delta T$  zwischen den Meßwerten des Temperatursensors 34 im Vorlaufarm 26 und des Temperatursensors 35 im Rücklaufarm 28 des Luft-Flüssigkeits-Wärmetauschers 24, der spezifischen Wärmekapazität  $c_p$  und dem momentanen Massenstrom  $\delta m/\delta t$  der Wärmeträgerflüssigkeit im Wärmetauschkreislauf 4 gemäß der Formel:

$$\delta Q/\delta t = c_p \cdot \Delta T \cdot \delta m/\delta t$$

Wird nun vom Bediener durch Betätigen des Drehschalters 42 eine bestimmte Schalterstellung und somit eine bestimmte Wunschleistung angewählt, so muß die Temperaturdifferenz  $\Delta T$  und/oder der Massenstrom  $\delta m/\delta t$  so eingestellt und geregelt werden, daß die abgegebene Leistung  $\delta Q/\delta t$  der angeforderten Leistung möglichst nahe kommt.

Die Regelung der Temperaturdifferenz  $\Delta T$  erfolgt durch Einstellung des Shuntventils 32, über das die Zumischung der aus dem Thermoenergiespeicher 3 kommenden Wärmetauschflüssigkeit der im Wärmetauschkreislauf umlaufenden Wärmetauschflüssigkeit einstellbar geregelt werden kann. In diesem Fall wird eine Umwälzpumpe 29 mit kontinuierlichem Durchsatz gewählt, so daß ein kontinuierlicher Massenstrom  $\delta m/\delta t$  gewährleistet ist. Die Regelgröße im Klimaregelungssystem ist somit direkt proportional zur Dif-



ferenz  $\Delta T$  zwischen den Temperatursensoren 34, 35. Die Stellgröße ist die Einstellung des Shuntventils 32, das das Mischungsverhältnis zwischen der Flüssigkeit aus dem Thermoenergiespeicher 3 und der über den Bypass 31 geleiteten Flüssigkeit reguliert.

Wird als Shuntventil 32 ein Taktventil 32' verwendet, so erfolgt die Leistungsregelung durch Umschalten zwischen dem Flüssigkeitsstrom aus dem Speicherwärmetauscher 22, der den Thermoenergiespeicher 3 durchläuft, und dem aus Flüssigkeitsstrom aus dem Bypass 31. Die Temperatur des Flüssigkeitsstroms im Vorlaufarm 26 variiert durch das Takten stark; durch die allmähliche Vermischung des wärmeren und des kälteren Wärmeaustauschmediums nach dem Taktventil 32' müssen die Meßwerte des Temperatursensors 24 zeitlich integriert werden, um verlässliche Temperaturwerte zu erhalten. Dieser zusätzliche Integrationschritt kann umgangen werden, wenn als Shuntventil 32 ein Mischventil 32" verwendet wird: Hier wird dem durch den Thermoenergiespeicher geleiteten Flüssigkeitsstrom kontinuierlich eine gewisse Menge des durch den Bypass 31 fließenden Wärmeaustauschmediums beigemischt. Die Flüssigkeitsströme werden kontinuierlich gemischt, und die Temperatur des Wärmetauschmediums im Vorlaufarm 26 kann ohne zeitliche Integration der Temperaturwerte ermittelt werden.

Bei der bisher beschriebenen Leistungsregelung mittels des Shuntventils 32 muß die Umwälzpumpe 29 kontinuierlich auf einer hohen Leistung gehalten werden. Dies ist jedoch bei Elektrofahrzeugen ungünstig, da die elektrische Leistung der Umwälzpumpe durch das Antriebsaggregat 21 des Fahrzeugs zur Verfügung gestellt werden muß. Eine günstigere Lösung zur Klimaregelung von Elektrofahrzeugen stellt daher die Regelung des Massenstroms  $\dot{m}/\dot{Q}$  dar. Dies wird durch eine Regelung der Leistung der Umwälzpumpe 29 erreicht. Bei geringen Klimatisierungsleistungen kann dabei eine geringe Pumpleistung gewählt werden, wodurch die Traktionsbatterie zur Versorgung des Antriebsaggregats 21 geschont wird. In diesem Fall ist allerdings bei geringen Pumpleistungen die Umlaufgeschwindigkeit des Wärmetauschmediums im Wärmetauschkreislauf 4 sehr gering, was zu einer Schichtung des Wärmetauschmediums führt und einen ineffizienten Wärme- bzw. Kälteausch im Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher 24 zur Folge hat. Um diesen Effekt zu vermeiden, ist das im Wärmetauschkreislauf enthaltene Shuntventil 32 als Taktventil 32' mit festen Durchflußeinstellungen ausgebildet, zwischen denen geschaltet wird. Durch Zumischung umlaufenden Wärmeaustauschmediums aus dem Bypass 31 wird erreicht, daß im Wärmetauschkreislauf ständig ein bestimmter (minimaler) Volumenstrom herrscht, ohne daß eine Unterkühlung bzw. Überwärmung des Wärmetauschkreislaufs 4 auftritt.

Die vom Bediener auf dem Drehschalter 42 eingestellte Klimatisierungsleistung kann nur dann von der Klimatisierungsvorrichtung 1 bereitgestellt werden, wenn der Thermoenergiespeicher 3 genügend Wärme bzw. Kälte enthält, um eine feste, dieser Leistungsstufe entsprechende, Temperaturdifferenz  $\Delta T$  zwischen Vorlaufarm 26 und Rücklaufarm 28 des Luft-Flüssigkeits-Wärmetauschers 24 zu gewährleisten. Bei zunehmender Entladung des Thermoenergiespeichers 3 muß - bei fester Einstellung des Drehschalters 42 - das Shuntventil 32 zunehmend stärker geschlossen werden, damit ein immer größerer Teil der im Wärmetauschkreislauf zirkulierenden Wärmeträgerflüssigkeit durch den Thermoenergiespeicher 3 fließt. Ab einem bestimmten Entladezustand der Thermoenergiespeichers 3 kann - auch bei vollständig geschlossenem Shuntventil 32 - die auf dem Drehschalter 42 eingestellte Klimatisierungsleistung nicht mehr bereitgestellt werden. In diesem Fall regelt die Regeleinheit 5 die Klimatisierungsvorrichtung automatisch auf die

nächstniedrigere Leistungsstufe hinunter. Fig. 4 zeigt eine Darstellung der Bedieneinheit 6 für diesen Fall: Die vom Bediener angewählte Leistungsstufe III kann nicht erbracht werden; dies wird dem Bediener mitgeteilt, indem die Darstellung der verbleibenden Klimatisierungszeit in der Anzeigevorrichtung 60 erlischt. Gleichzeitig wird dem Bediener links auf der Anzeigevorrichtung 60 angezeigt, daß die Klimatisierungsvorrichtung inzwischen automatisch auf die Leistungsstufe I hinuntergeregt wurde. Stellt der Bediener nun manuell den Drehschalter 42 auf die Leistungsstufe I, so wird ihm in der Anzeigevorrichtung 60 die auf dieser Leistungsstufe verbleibende Klimatisierungszeit angezeigt.

Wird die Klimatisierungsvorrichtung 1 im Wärmemodus betrieben, so kann - wie in Fig. 1 gestrichelt dargestellt - dem Thermoenergiespeicher 3 während des Betriebs des Elektrofahrzeugs über eine Zuleitung 64 die Abwärme des Antriebsaggregats 21 zugeleitet werden. Dies dient zu einer (partiellen) Aufladung des Thermoenergiespeichers 3 während des Fahrbetriebs. In diesem Fall zeigt die Anzeigevorrichtung 60 dem Bediener die minimale noch verfügbare Klimatisierungszeit an.

Im bisher beschriebenen Beispiel der leistungsgeregelten Klimatisierungsvorrichtung ist die Regelstrecke sehr kurz, da der momentane Leistungs-Istwert (proportional zur Temperaturdifferenz  $\Delta T$  der Sensoren 34 und 35) direkt von einer im gleichen Wärmetauschkreislauf 4 enthaltenen Steuergröße (der Stellung des Shuntventils 32 und/oder Leistung der Umwälzpumpe 29) beeinflussbar war; somit kann hier eine schnelle Rückkopplung erreicht werden, mit der Schwingungen des Gesamtsystems wirksam unterdrückt werden können und das Gesamtsystem insgesamt unempfindlich gegenüber Störgrößen gemacht werden kann. Somit können einfache Regelalgorithmen (z. B. einfache Kennfeldregelung) gewählt werden.

Alternativ kann als Regelgröße die Temperatur der Fahrgastzelle verwendet werden. In diesem Fall wird vom Bediener anhand des Sollwertgebers 41' nicht eine gewünschte Leistung, sondern eine gewünschte Temperatur eingestellt. In diesem Fall ist die Regelstrecke wesentlich länger. Um auch in diesem Fall ein stabiles Regelsystem zu erhalten, empfiehlt sich eine Regelung mit Hilfe neuronaler Netze oder mit Hilfe von Fuzzy Logic.

Neben der oben beschriebenen Verwendung zur Klimatisierung der Fahrgastzelle in einem Elektrofahrzeug kann die erfindungsgemäße Klimatisierungsvorrichtung 1 auch zur Klimatisierung eines beliebigen anderen Nutzraumes in einem Elektrofahrzeug oder einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor verwendet werden. So kann die Klimatisierungsvorrichtung 1 z. B. in einem Lastkraftwagen mit Verbrennungsmotor zur Temperierung eines Lastraumes im Standbetrieb verwendet werden. In diesem Falle ist das Kälteaggregat 16' und/oder die Heizvorrichtung 12' Teil des Fahrzeugs und kann vom Verbrennungsmotor des Fahrzeug gespeist werden, so daß die Aufladung der Klimatisierungsvorrichtung 1 mit Kälte bzw. mit Wärme während des Fahrbetriebs erfolgt. Weiterhin kann die Klimatisierungsvorrichtung 1 z. B. zur Klimatisierung einer Fahrgastzelle und/oder einer Schlafzelle eines LKW oder eines Busses im Standbetrieb eingesetzt werden. Auch in diesem Fall können die Beladungsvorrichtungen 16' und 12' im Fahrzeug integriert sein.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Klimatisieren eines Nutzraumes eines Fahrzeugs, insbesondere einer Fahrgastzelle eines Elektrofahrzeugs, wobei die Kühlung und die Heizung des Nutz-

raumes mittels jeweils eines Wärmetauschkreislaufs erfolgt, der von einer Wärmeträgerflüssigkeit durchströmt wird,

- wobei der Wärmetauschkreislauf einen Wärmetauscher enthält, über den dem Nutzraum Wärmeenergie zu- bzw. abgeführt wird,
- und wobei der Wärmetauschkreislauf weiterhin einen Thermoenergiespeicher enthält, der von der Wärmeträgerflüssigkeit durchflossen wird und in dem eine zur Klimatisierung des Nutzraumes zur Verfügung stehende Kälte- bzw. Wärmemenge gespeichert ist,

**dadurch gekennzeichnet,**

- daß mittels einer Regeleinheit (5) der momentane Ladezustand des Thermoenergiespeichers (3) bestimmt wird,
  - und daß basierend auf dem Ladezustand des Thermoenergiespeichers (3) mit Hilfe der Regeleinheit (5) die aus dem Thermoenergiespeicher (5) abgegebene Wärme- bzw. Kälteleistung so geregelt wird,
  - daß ein von einem Bediener interaktiv anwählbarer Klimatisierungswunsch des Nutzraumes (2) erfüllt wird, wenn der Klimatisierungswunsch mit dem Ladezustand des Thermoenergiespeichers (3), dem Fahrzustand des Fahrzeugs und weiteren den Wärmetauschkreislauf (4) betreffenden Parametern vereinbar ist,
  - und daß eine gegenüber dem Klimatisierungswunsch des Bedieners reduzierte Wärme- bzw. Kälteleistung abgegeben wird, wenn der Klimatisierungswunsch nicht mit dem momentanen Ladezustand des Thermoenergiespeichers (3), dem Fahrzustand des Fahrzeugs und weiteren den Wärmetauschkreislauf (4) betreffenden Parametern vereinbar ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ladezustand des Thermoenergiespeichers (3) durch Erfassung der momentanen Temperatur und/oder des momentanen Drucks im Thermoenergiespeicher (3) bestimmt wird.
  3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Ladezustand des Thermoenergiespeichers (3) unter Berücksichtigung der Einstellung eines vom Bediener einstellbaren Sollwertgebers (41) eine verbleibende Kühl- bzw. Wärmezeit der Klimatisierungsvorrichtung (1) berechnet wird.
  4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die verbleibende Kühl- bzw. Wärmezeit der Klimatisierungsvorrichtung (1) dem Bediener angezeigt wird.
  5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Klimatisierungswunsch vom Bediener auf dem Sollwertgeber (41) in Form einer gewünschten Klimatisierungsleistung eingestellt wird.
  6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz zwischen der auf dem Sollwertgeber (41) eingestellten Klimatisierungsleistung und der vom Thermoenergiespeicher (3) abgegebenen Klimatisierungsleistung, die mittels Temperatursensoren (34, 35) im Wärmetauschkreislauf (4) gemessen wird, als Regelgröße zur Regelung der Klimatisierungsleistung verwendet wird.
  7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Klimatisierungswunsch vom Bediener auf dem Sollwertgeber (41) in Form einer gewünschten Temperatur des Nutzraumes (2) eingestellt wird.
  8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,

net, daß die Differenz zwischen der auf dem Sollwertgeber (41) eingestellte Temperatur und der mit Hilfe von Sensoren (38) gemessenen Innentemperatur des Nutzraumes (2) als Regelgröße zur Regelung der Klimatisierungsleistung verwendet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 5 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Klimatisierungsleistung automatisch auf die größte mit dem momentanen Ladezustand des Thermoenergiespeichers (3) vereinbaren Leistung hinuntergeregelt wird, wenn über den vom Bediener einstellbaren Sollwertgeber (41) eine Klimatisierungsleistung verlangt wird, die die im momentanen Ladezustand des Thermoenergiespeichers (3) erreichbare Leistung überschreitet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle einer automatischen Hinunterregelung der Klimatisierungsleistung unterhalb den vom Bediener auf dem Sollwertgeber (41) angewählten Klimatisierungswunsch dies dem Bediener angezeigt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Nutzraum (2) über eine Zeitschaltfunktion (46, 47) vorklimatisiert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorklimatisierung des Nutzraumes (2) erfolgt, während das Antriebsaggregat (21) des Fahrzeugs ausgeschaltet ist.

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorklimatisierung des Nutzraumes (2) nur dann erfolgt, wenn die Temperatur des Nutzraumes (2) im Kühlfall einen bestimmten Temperaturwert nicht unterschreitet bzw. im Heizfall einen bestimmten Temperaturwert nicht übersteigt.

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die aus dem Thermoenergiespeicher (3) entnommene Klimatisierungsleistung mittels einer im Wärmetauschkreislauf (4) enthaltenen Umwälzpumpe (29) geregelt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung der aus dem Thermoenergiespeicher (3) entnommene Klimatisierungsleistung mittels eines im Wärmetauschkreislauf (4) enthaltenen variabel ansteuerbaren Shuntventils (32) erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Thermoenergiespeicher (3) mittels einer ortsfesten, vom Fahrzeug getrennten Ladestation (13) wahlweise mit Wärme oder Kälte beladen wird.

17. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Fall der Beladung des Thermoenergiespeichers (3) mit Wärme dem Thermoenergiespeicher (3) die Abwärme des Antriebsaggregats (21) des Fahrzeugs zugeleitet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beladung des Thermoenergiespeichers (3) über ein Kälteaggregat (16) und/oder eine Heizvorrichtung (12) erfolgt, die aus einem Verbrennungsmotor gespeist werden.

19. Vorrichtung zum Klimatisieren eines Nutzraumes von Fahrzeugen, insbesondere einer Fahrgastzelle von Elektrofahrzeugen,

- die so gestaltet ist, daß der Kühlung und der Heizung des Nutzraumes jeweils ein Wärmetauschkreislauf zugeordnet ist,
- wobei dieser Wärmetauschkreislauf von einem Wärmetauschmedium durchströmbar ist,
- und wobei in diesen Wärmetauschkreislauf ein Luft-Flüssigkeits-Wärmetauscher zum Austausch von Wärmeenergie mit dem Nutzraum eingebunden



den ist,

– und weiterhin ein Thermoenergiespeicher eingebunden ist, der von dem im Wärmetauschkreislauf geführten Wärmetauschmedium durchströmbar ist, und der aus einem wärmeisolierten Druckbehälter und einem in diesem bleibend eingeschlossenen Speichermedium besteht,

dadurch gekennzeichnet,

– daß die Klimatisierungsvorrichtung (1) eine Regeleinheit (1) zur Regelung der Klimatisierungsleistung enthält,

und die Klimatisierungsvorrichtung (1) außerdem eine Bedieneinheit (6) sowie Temperatursensoren (9, 34, 35, 38, 39) und/oder Drucksensoren (10) umfaßt, die eingangsseitig mit der Regeleinheit (5) verbunden sind,

– und die Klimatisierungsvorrichtung (1) weiterhin Stell- und/oder Antriebsmittel (48–52, 54, 55) für im Wärmetauschkreislauf enthaltene Ventile (19, 32) und Pumpen (29) sowie Anzeigevorrichtungen (60–63) umfaßt, die ausgangsseitig mit der Regeleinheit (5) verbunden sind.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß am Druckbehälter (7) des Thermoenergiespeichers (3) Druck- und/oder Temperatursensoren (9, 10) angebracht sind, die den Behälterinnendruck und/oder die Speichertemperatur detektieren und deren Signalausgänge mit der Regeleinheit (5) verbunden sind.

21. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß im Wärmetauschkreislauf (4) im Vorlaufarm (26) und im Rücklaufarm (28) des Luft-Flüssigkeits-Wärmetauschers (24) Temperatursensoren (34, 35) angebracht sind, deren Signalausgänge mit der Regeleinheit (5) verbunden sind.

22. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Fahrzeug Temperatursensoren (39) zum Erfassen der Umgebungstemperatur angebracht sind, deren Signalausgänge mit der Regeleinheit (5) verbunden sind.

23. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedieneinheit (6) einen Sollwertgeber (41) zur Einstellung der vom Bediener gewünschten Klimatisierungsleistung enthält, wobei der Signalausgang des Sollwertgebers (41) mit der Regeleinheit (5) verbunden ist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedieneinheit (6) einen Sollwertgeber (41') zur Einstellung der vom Bediener gewünschten Temperatur des Nutzraumes enthält, wobei der Signalausgang des Sollwertgebers (41') mit der Regeleinheit (5) verbunden ist.

25. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedieneinheit (6) eine Funktionstaste (45) enthält, über den vom Bediener die zu betankende Wärmeform (d. h. Wärme oder Kälte) einstellbar ist, wobei der Signalausgang der Funktionstaste (45) mit der Regeleinheit (5) verbunden ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedieneinheit (6) Funktionstasten (46, 47) enthält, über den die vom Bediener gewünschte Vorklimatisierung des Nutzraumes (2) einstellbar ist, wobei die Signalausgänge der Funktionstasten (46, 47) mit der Regeleinheit (5) verbunden sind.

27. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauschkreislauf (4) eine Umwälzpumpe (29) mit variablem Durchfluß enthält, deren Signaleingang mit der Regeleinheit (5) verbunden

ist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Thermoenergiespeicher (3) mittels eines variabel ansteuerbaren Shuntventils (32) in den Wärmetauschkreislauf (4) eingebunden ist, wobei der Signaleingang des Shuntventils (32) mit der Regeleinheit (5) verbunden ist.

29. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Thermoenergiespeicher (3) über eine Ladevorrichtung (11, 14) verfügt, mittels derer der Thermoenergiespeicher (3) an einer ortsfesten, vom Fahrzeug getrennten Ladestation (13) wahlweise mit Wärme oder Kälte beladbar ist.

30. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Thermoenergiespeicher (3) über eine Ladevorrichtung (11, 14) verfügt, die an ein fahrzeuginternes Kälteaggregat (16') bzw. eine fahrzeuginterne Heizvorrichtung (12') angeschlossen ist und über die der Thermoenergiespeicher (3) mit Hilfe eines fahrzeuginternen Verbrennungsmotors ladbar ist.

31. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Thermoenergiespeicher (3) über eine thermische Zuleitung (64) verfügt, mittels derer dem Thermoenergiespeicher (3) die Abwärme des Antriebsaggregats (21) zuleitbar ist.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

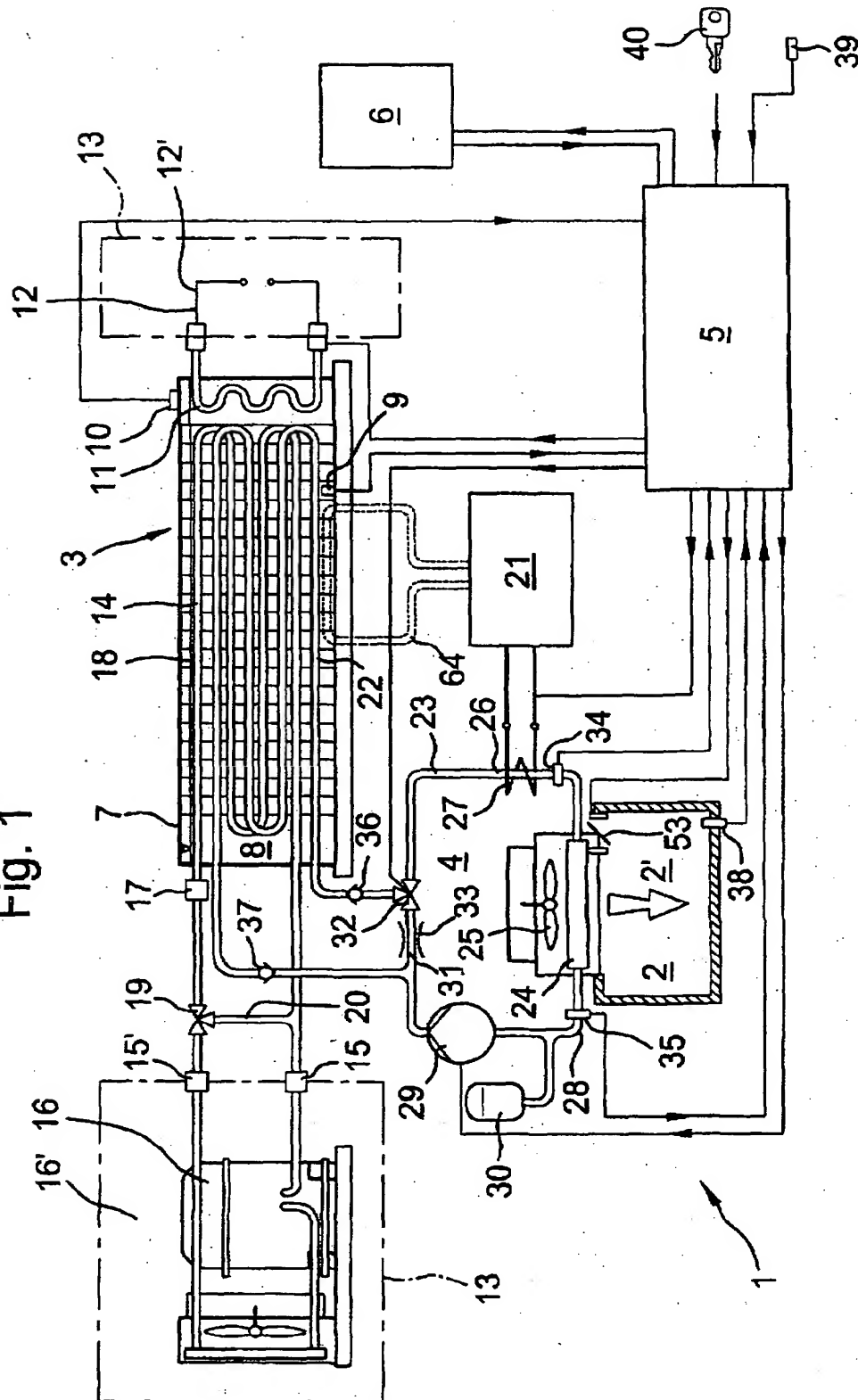


Fig. 2

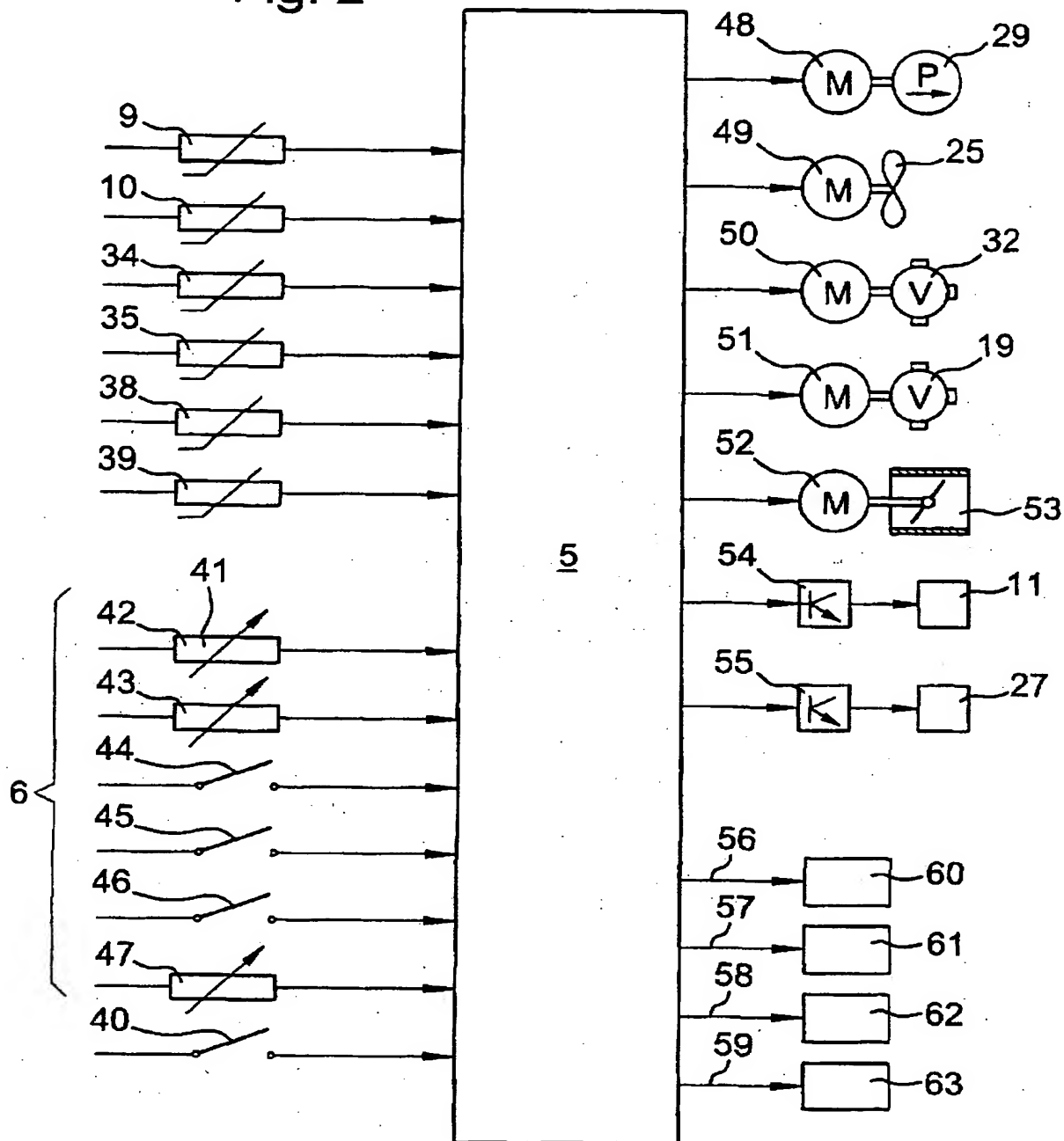


Fig. 3

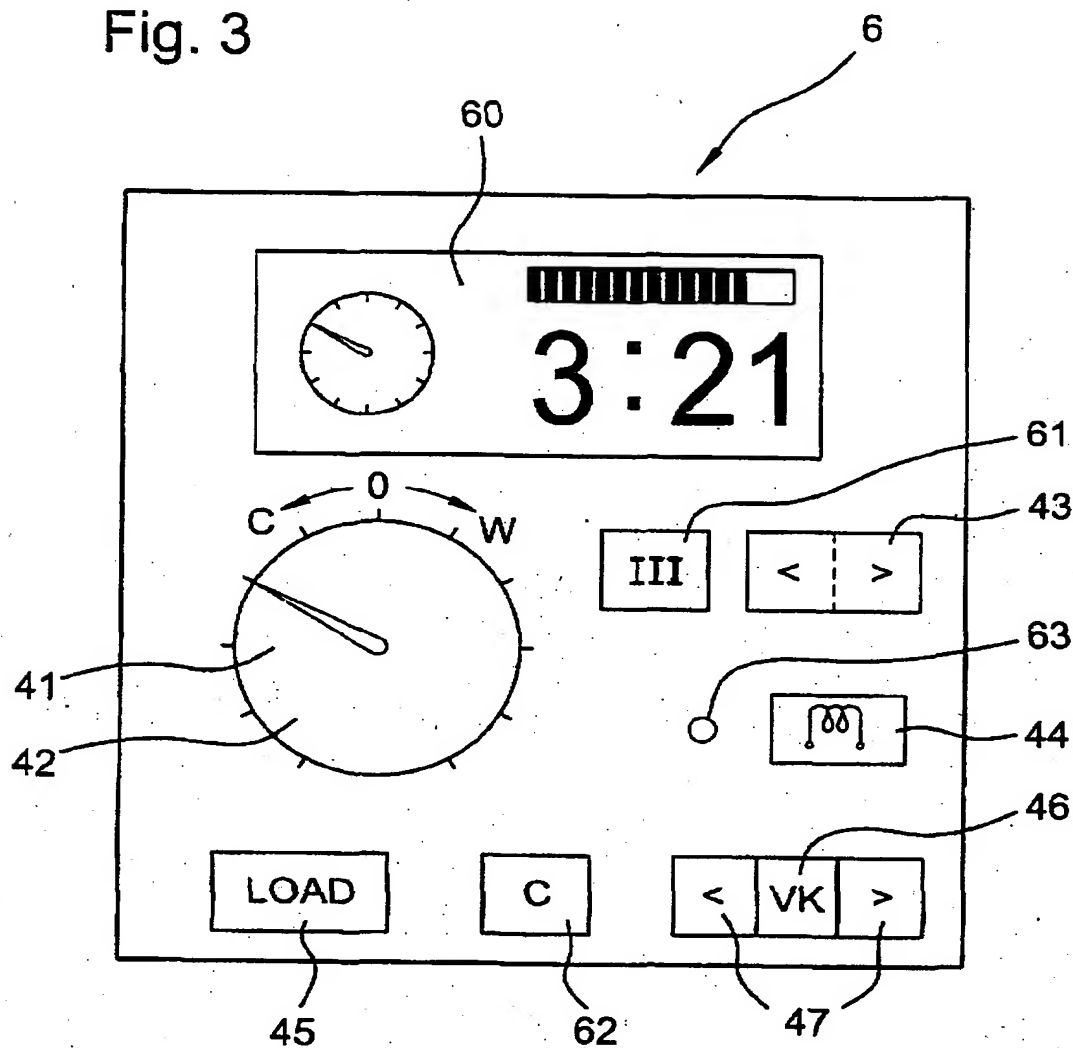


Fig. 4

